

Лабораторная работа № 10

ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ МЕТОДОМ ДВУХ ВАТТМЕТРОВ

I. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Измерить активную мощность при равномерной и неравномерной нагрузке фаз и ознакомиться со схемой включения трехфазного фазометра.

II. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Активную мощность трехпроводной трехфазной цепи можно представить в виде суммы мощностей ($P = P_1 + P_2$) и измерить двумя однофазными ваттметрами. Метод двух ваттметров получил широкое распростра-

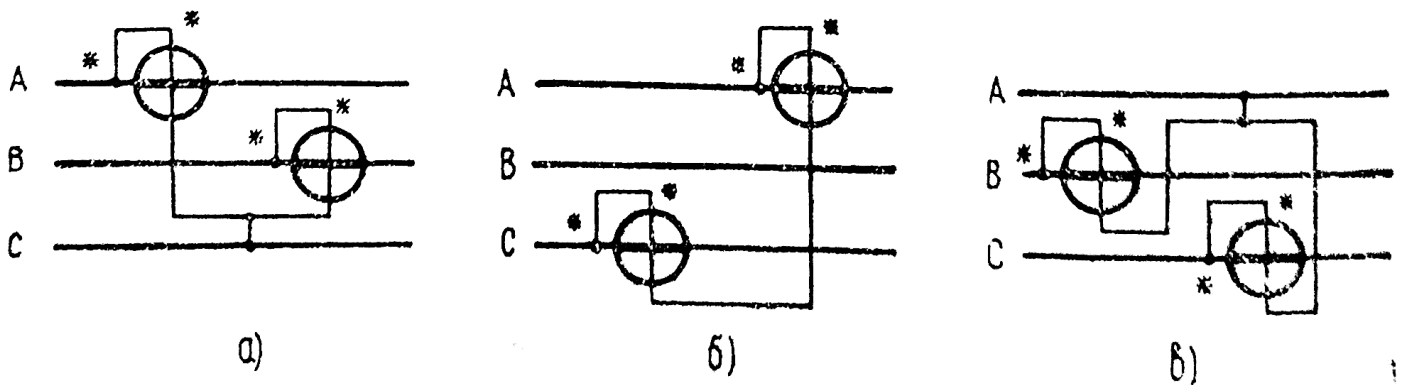


Рис. 1. Варианты (а, б, в) включения двух ваттметров для измерения активной мощности в трехпроводной трехфазной цепи

нение при измерении активной мощности в трехфазных трехпроводных цепях, так как позволяет двумя приборами измерить активную мощность независимо от характера нагрузки и схемы соединения фаз.

На рис. 1 приведены три возможных равноценных варианта схем включения двух ваттметров для измерения активной мощности в трехпро-

водной цепи, а на рис. 2 — векторные диаграммы для одного варианта при соединении нагрузки «звездой» и «треугольником».

Из векторных диаграмм (рис. 2) следует, что активная мощность трехфазной системы

$$P = P_1 + P_2 = U_{AB} I_A \cos \psi_1 + U_{CB} I_C \cos \psi_2, \quad (1)$$

где P_1 и P_2 — показания первого и второго ваттметров;
 ψ_1 и ψ_2 — углы сдвига между соответствующими линейными напряжениями, приложенными к параллельным обмоткам ваттметров, и токами, протекающими через их последовательные обмотки.

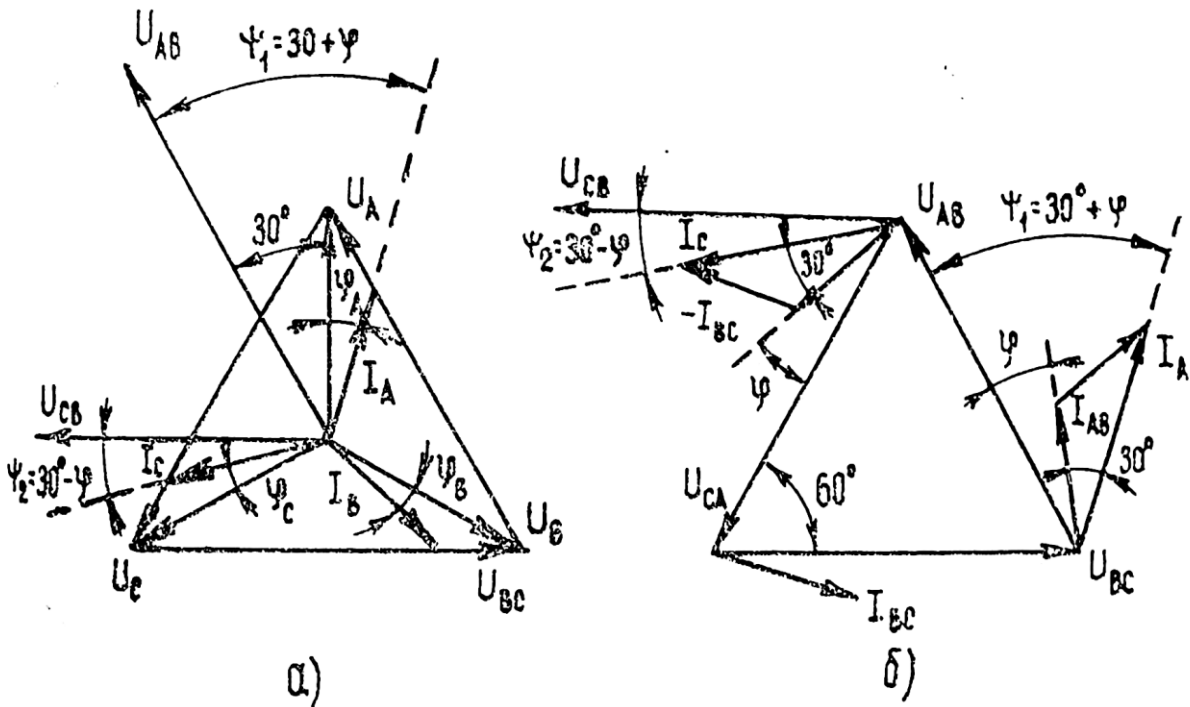


Рис. 2. Векторные диаграммы токов и напряжений при соединении потребителей:
 а — «звездой»; б — «треугольником»

При симметричной системе напряжений и равномерной нагрузке фаз

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 &= 30^\circ + \varphi; \\ \psi_2 &= 30^\circ - \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Следовательно, показания ваттметров

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= U_L I_L \cos (30^\circ + \varphi); \\ P_2 &= U_L I_L \cos (30^\circ - \varphi), \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

а их сумма

$$\begin{aligned} P &= P_1 + P_2 = U_L I_L [\cos (30^\circ + \varphi) + \cos (30^\circ - \varphi)] = \\ &= 2U_L I_L \cos 30^\circ \cos \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi. \end{aligned} \quad (4)$$

При равномерной активной нагрузке ($\varphi = 0$)

$$P_1 = P_2 = U_L I_L \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} U_L I_L. \quad (5)$$

В случае равномерной активно индуктивной нагрузки:

при $\varphi < 60^\circ$ ($\cos \varphi > 0,5$) $P_2 > P_1 > 0$;

при $\varphi > 60^\circ$ ($\cos \varphi < 0,5$) $P_2 > 0$; $P_1 < 0$.

При активно-емкостной нагрузке ($\varphi < 0$) результаты будут аналогичны, но показания ваттметров поменяются местами.

III. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с приборами и записать их паспортные данные.

2. Собрать схему измерений (рис. 3). Рубильник Р-II и выключатели лампового реостата выключить.

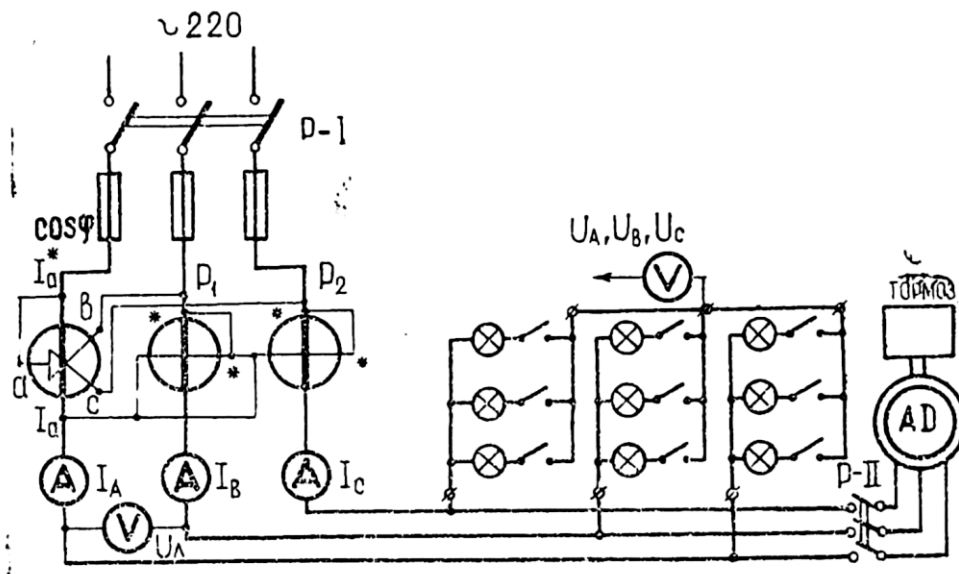


Рис. 3. Схема лабораторной установки для исследования схемы измерения методом двух ваттметров

3. После проверки схемы преподавателем включить ее рубильником Р-I в сеть и установить с помощью выключателей лампового реостата неравномерную активную нагрузку. Показания приборов записать в табл. 1. Фазные напряжения измерять одним вольтметром, переключая его поочередно на каждую из фаз.

4. Выключить ламповый реостат, а рубильником Р-II включить асинхронный двигатель в качестве равномерной активно-индуктивной нагрузки. Убедиться, что стрелка одного ваттметра отклоняется влево при $\varphi > 60^\circ$ ($\cos \varphi < 0,5$). Записать показания приборов в табл. 1. Показание ваттметра, стрелка которого отклонялась влево, записать со знаком «-», предварительно переведя его переключатель в положение «-».

5. Увеличить нагрузку асинхронного двигателя с помощью тормоза так, чтобы $\varphi < 60^\circ$ ($\cos \varphi > 0,5$). Убедиться, что стрелки обоих ваттметров при нахождении их переключателей в положении «+» отклоняются вправо. Записать показания приборов в табл. 1.

6. Вычислить показания ваттметров по формулам (3). Вычислить мощность каждой фазы по формуле

$$P_{\phi} = U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi, \quad (6)$$

а мощность трехфазной цепи по формулам

$$P = P_1 + P_2; \quad (7)$$

$$P = P_A + P_B + P_C, \quad (8)$$

где P_A, P_B, P_C — активная мощность фаз А, В, С.

Результаты всех расчетов свести в табл. 2.

7. Вычислить возможную абсолютную погрешность измерения каждой величины, пользуясь классом точности прибора и указаниями Руководства [8]. Результат записать в соответствующие графы табл. 1 и 2 в виде допусков (например, $U_L = 220 \pm 3,8$ в).

8. Сравнить с учетом возможных погрешностей вычисленные по формулам (3) значения P_1 и P_2 с измеренными, а также мощности трехфазной цепи, полученные по формулам (7) и (8). Сделать заключение о свойствах схемы измерения мощности трехфазной цепи с помощью двух ваттметров.

Таблица 1

Характер нагрузки	Результаты измерений и возможная погрешность									
	$U_L,$ в	$U_A,$ в	$U_B,$ в	$U_C,$ в	$I_A,$ а	$I_B,$ а	$I_C,$ а	$\cos \varphi$	$P_1,$ вт	$P_2,$ вт
Неравномерная активная										
Равномерная активно-реактивная при $\cos \varphi < 0,5$										
То же, при $\cos \varphi > 0,5$										

Характер нагрузки	Результаты вычисления и возможная погрешность							
	φ , град	P_1 , вт	P_2 , вт	P_A , вт	P_B , вт	P_C , вт	P , вт	
							по форм. (7)	по форм. (8)
Неравномерная активная								
Равномерная активно-реактивная при $\cos \varphi < 0,5$								
То же, при $\cos \varphi > 0,5$								

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет включить: наименование и цель работы; схему эксперимента; перечень и характеристику приборов и оборудования; таблицы с результатами эксперимента; выводы о свойствах исследованной схемы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Выражение активной мощности трехфазной цепи через показания двух ваттметров, а также через фазные напряжения и токи.
2. Области применения метода двух ваттметров и варианты подключения приборов.
3. Объяснить, почему при нагрузке с $\cos \varphi < 0,5$ стрелка одного из ваттметров отклоняется влево, а при $\cos \varphi > 0,5$ стрелки обоих приборов отклоняются в правую сторону.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА: Байда Л. И. [1] § 50. Попов В. С. [2] § 11-8; Руководство [8] § 1—4, 6.